

10/11 007 02000
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EPO - Munich
70

14. Juni 2000

REC'D 07 JUL 2000

WIPO

PCT

Bescheinigung

Die Firma SCHOTT GLAS in Mainz/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der
Bezeichnung

"Verfahren zur Formgebung von Glasteilen"

am 19. August 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt,
dass sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland vom
23. März 1999, Aktenzeichen 299 05 385.7, in Anspruch nimmt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
C 03 B 32/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 19. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 38 807.5

A 9161
06.90
11/98



BEST AVAILABLE COPY

Verfahren zur Formgebung von Glasteilen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Glasteilen mittels Verformung aus einem Glasrohling sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Um das Ausgangsglas eines Glases mit den für Glas üblichen Verformungsverfahren wie beispielsweise Schwerkraftsenken oder Vakuumsenken verformen zu können, wird dieses typischerweise auf Temperaturen oberhalb des Erweichungspunktes von beispielsweise 1000° C erhitzt.

Eine Aufheizung des Glasrohlings bis zum Erweichungspunkt wird derzeit beispielsweise dadurch erreicht, daß Oberflächenheizungen, zum Beispiel Gasbrenner verwendet werden.

Als Oberflächenheizung werden ganz allgemein solche Heizungen bezeichnet, bei denen mindestens 50 % der gesamten Wärmeleistung der Heizquelle in die Oberfläche beziehungsweise oberflächennahen Schichten des zu erwärmenden Objektes eingetragen werden.

Eine besondere Art einer Oberflächenheizung ist die oben beschriebene Erwärmung mit einer Gasflamme, wobei typischerweise die Flammentemperaturen bei 1000° C liegen. Eine Erwärmung mittels Gasbrenner erfolgt zum größten Teil durch Übertragung der Wärmeenergie des heißen Gases über die Oberfläche des Glasrohlings. Der Eintrag über die Oberfläche kann zu einem Temperaturgradienten im Glas führen, der die Formgebung z. B. aufgrund von Viskositätsgradienten im Glas nachteilig beeinflussen kann. Insbesondere gilt dies für Glasdicken > 5 mm.

30

Um eine schnelle Durchwärmung des Ausgangsglases mit Hilfe von Wärmeleitung zu erreichen, ist beim Gasbrenner ein hoher Leistungseintrag erforderlich. Eine derartige Erwärmung ist auf kleine Flächen beschränkt, da eine vollflächige Einbringung der erforderlichen Leistungsdichte mit Hilfe von Gasbrennern nicht möglich ist.

Weitere Nachteile der Erwärmung mit Gasbrennern sind beispielsweise:

- eine relativ unkontrollierte Beflammung,
- das Eintragen von Störgasen,

die die Materialbeschaffenheit unerwünscht beeinflussen können.

Eine andere Möglichkeit der Herstellung dreidimensional verformter Gläser besteht darin, diese nicht aus einem Glasrohling, sondern bereits während des oder nach dem Schmelzprozeß durch Auflegen auf die geeignete Form durchzuführen.

So kann Glas direkt an der Schmelzwanne aus dem gewalzten Glasband einer Formgebung unterzogen werden.

Nachteilig an einem derartigen Verfahren ist, daß die Formgebung des Glases an den Wannenbetrieb gekoppelt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es somit, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Glasteilen mittels Verformung aus einem Glasrohling anzugeben, mit dem die zuvor beschriebenen Nachteile überwunden werden. Insbesondere soll das Verfahren folgende Möglichkeiten eröffnen:

- * einen vom Wannenbetrieb unabhängigen, beispielsweise nachgeschalteten Betrieb

- * komplexe 3D-Verformungen auch von Radien mit kleinsten Biegeradien
- * weitgehende Vermeidung störender Temperaturgradienten

5 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei einem oberbegrifflichen Verfahren das Formgebungsverfahren unter Einsatz von IR-Strahlung, vorzugsweise kurzwelliger IR-Strahlung sogenannter NIR-Strahlung, d. h IR-Strahlung mit einer Wellenlänge kürzer als $2,7 \mu\text{m}$, durchgeführt wird.

10 In einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Verformung während des Erweichens eines Glasrohlings erfolgt.

15 Als Formgebungsverfahren sind sämtliche üblichen Formgebungsverfahren der Glasverarbeitung denkbar, beispielsweise das Verformen mittels Schwerkraftabsenkung, das durch Vakuum unterstützt sein kann. Man spricht dann von Vakuumsenken. Alternativ hierzu kann das Absenken in die Form mit Hilfe eines Pressstempels oder mit Hilfe des Einblasens von Luft erfolgen.

20 Neben einem Formgebungsprozeß durch Absenken des Glases in eine Form kann alternativ oder kombiniert mit dem Absenkungsprozeß eine gerichtete IR-Bestrahlung des zu formenden Glasrohlinges erfolgen, wodurch eine gezielte zonenweise Erwärmung und damit Formgebung vorgenommen werden kann.

25 Unterstützend oder alternativ zu einer gerichteten IR-Strahlung, können gezielt bestimmte Bereiche des Rohlinges durch Einbringen von entsprechend ausgestalteten Blenden erwärmt oder im Kalten gehalten werden.

30 Alternativ zu einer gerichteten Strahlung kann das gesamte Formgebungsverfahren in einem IR-Strahlungshohlraum durchgeführt werden und die Erwärmung mit Hilfe von IR-Strahlern als Strahlungsquellen erfolgen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die IR-Strahler im Hohlraum derart angeordnet sind, daß nur eine Seite des Glasrohlinges direkt mit Hilfe dieser Strahler bestrahlt wird und die andere Seite aufgrund der hohen Wandreflektivität im IR-Strahlungshohlraum mit zurückreflektierter
5 beziehungsweise gestreuter indirekter IR-Strahlung bestrahlt wird.

Besonders bevorzugt ist es, wenn der Anteil der indirekt auf das Glas einwirkenden Infrarot-Strahlung mehr als 50 %, bevorzugt mehr als 60 %, bevorzugt mehr als 70 %, besonders bevorzugt mehr als 80 %, besonders
10 bevorzugt mehr als 90 %, insbesondere mehr als 98 % der Gesamtstrahlungsleistung beträgt.

Neben dem Verfahren stellt die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Verfügung, die sich insbesondere dadurch
15 auszeichnet, daß sie einen IR-Strahlungshohlraum mit die IR-Strahlung reflektierenden Wänden umfaßt, wobei eine Vielzahl von IR-Strahlern im IR-Strahlungshohlraum angeordnet sind.

IR-Strahlungshohlräume zeigen beispielsweise die US-A-4789771 sowie die
20 EP-A-0 133 847, deren Offenbarungsgehalt in die vorliegende Anmeldung vollumfänglich miteinbezogen wird. Vorzugsweise beträgt der Anteil der von dem Teil der Wandflächen reflektierten und/oder gestreuten Infrarot-Strahlung mehr als 50 % der auf diese Flächen auftreffenden Strahlung.

Besonders bevorzugt ist es, wenn der Anteil der von dem Teil der
25 Wandflächen reflektierten und/oder gestreuten Infrarot-Strahlung mehr als 90 % bzw. 95 %, insbesondere mehr als 98 %, beträgt.

Ein besonderer Vorteil der Verwendung eines IR-Strahlungshohlraumes ist,
30 daß es sich bei Verwendung von sehr stark reflektierenden und/oder Wandmaterialien um einen Resonator hoher Güte Q handelt, der nur mit

geringen Verlusten behaftet ist und daher eine hohe Energieausnutzung gewährleistet.

5 Als reflektierendes und/oder rückstreuendes Wandmaterial können beispielsweise geschliffene Quarzal-Platten mit beispielsweise einer Dicke von 30 mm Verwendung finden

10 Bei der Verwendung diffus rückstreuender Wandmaterialien wird eine besonders gleichmäßige Durchstrahlung aller Volumenelemente des Hohlraumes unter allen Winkeln erreicht. Damit werden etwaige Abschattungseffekte bei komplex geformten Glasteilen vermieden.

15 Auch andere die IR-Strahlung reflektierende bzw. rückstreuende Materialien sind als Wandmaterialien oder Beschichtungen des IR-Strahlungshohlraumes möglich, beispielsweise eine oder mehrere der nachfolgenden Materialien:

20 Al_2O_3 ; BaF_2 ; BaTiO_3 ; CaF_2 ; CaTiO_3 ;
 $\text{MgO} \cdot 3,5 \text{Al}_2\text{O}_3$; MgO , SrF_2 ; SiO_2 ;
 SrTiO_3 ; TiO_2 ; Spinell; Cordierit;
Cordierit-Sinterglaskeramik

25 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die IR-Strahler eine Farbtemperatur größer als 1500 K, besonders bevorzugt größer als 2000 K auf.

Um eine Überhitzung der IR-Strahler zu vermeiden sind diese vorteilhafterweise gekühlt, insbesondere wassergekühlt.

30 Zur gezielten Erwärmung des Glases beispielsweise mit Hilfe gerichteter Strahler ist vorgesehen, daß die IR-Strahler einzeln ausschaltbar, insbesondere in ihrer elektrischen Leistung regelbar sind.

Die Erfindung soll nachfolgend beispielhaft anhand der Figuren sowie der Ausführungsbeispiele beschrieben werden.

Es zeigen:

- 5
- Figur 1 die Planck-Kurve eines möglichen IR-Strahlers mit einer Temperatur von 2400 K.
- 10
- Figur 2A den prinzipiellen Aufbau einer Heizvorrichtung gemäß der Erfindung mit Strahlungshohlraum.
- 15
- Figur 2B die Remissionskurve über der Wellenlänge von Al_2O_3 Sintox AL der Fa. Morgan Matroc, Troisdorf, mit einem Remissionsgrad $> 95 \%$, über einen weiten Spektralbereich $> 98 \%$, im IR-Wellenlängenbereich.
- 20
- Figur 3 die Aufheizkurve eines zu formenden Glasrohlings in einer Heizvorrichtung umfassend einen IR-Strahlungshohlraum.
- Figur 4A+B Verformung eines Glasrohlings mit Schwerkraftsenken.
- Figur 5A+B Verformung eines Glasrohlings mit Vakuumsenken.
- 25
- Figur 6A+B Verformung eines Glasrohlings mit Senken, unterstützt durch ein Preßwerkzeug.
- Figur 7A+B Verformung eines Glasrohlings mit Senken unterstützt durch Überdruck.
- 30
- Figur 8 Verformung eines Glasrohlings durch gerichtete IR-Strahler

Figur 9 Verformung eines Glasrohlings in einem IR-Strahlungshohlraum mit Blende.

5 Figur 1 zeigt die Intensitätsverteilung einer IR-Strahlungsquelle wie sie zur Erwärmung eines Glasrohlings für eine komplexe Formgebung gemäß der Erfindung verwendet werden kann. Die zur Anwendung gelangenden IR-Strahler können lineare Halogen IR-Quarzrohrstrahler mit einer Nennleistung von 2000 W bei einer Spannung von 230 V sein, welche bevorzugt eine Farbtemperatur von 2400 K besitzen. Diese IR-Strahler haben entsprechend dem Wienschen Verschiebungsgesetz ihr Strahlungsmaximum bei einer
10 Wellenlänge von 1210 nm.

Bei dem erfindungsgemäßen Formgebungsverfahren befinden sich die Heizeinrichtung und das Glühgut beziehungsweise der zu formende
15 Glasrohling in einem mit IR-Strahlern bestückten IR-Strahlungshohlraum. Im Falle ungekühlter Strahler ist es notwendig, daß die Quarzglasstrahler selbst genügend temperaturbeständig sind. Das Quarzglasrohr ist bis etwa 1100° Celsius einsetzbar. Bevorzugt ist es, die Quarzglasrohre erheblich länger auszubilden als die Heizwendel und aus dem Heißbereich herauszuführen, so
20 daß die Anschlüsse im Kaltbereich sind, um die elektrischen Anschlüsse nicht zu überhitzen. Die Quarzglasrohre können mit und ohne Beschichtung ausgeführt sein.

In Figur 2A ist eine erste Ausführungsform einer Heizvorrichtung für ein
25 Formgebungsverfahren gemäß der Erfindung mit einem IR-Strahlungshohlraum dargestellt.

Die in Figur 2A dargestellte Heizvorrichtung umfaßt eine Vielzahl von IR-Strahlern 1, die unterhalb eines Reflektors 3 angeordnet sind. Durch den
30 Reflektor 3 wird erreicht, daß die von den IR-Strahlern in andere Richtungen abgegebenen Leistungen auf den Glasrohling gelenkt werden. Die von den

IR-Strahlern abgegebene IR-Strahlung durchdringt teilweise den in diesem Wellenlängenbereich transparenten Glasrohling 5 und trifft auf eine Trägerplatte 7 aus stark reflektierendem beziehungsweise stark streuendem Material. Besonders geeignet hierfür ist Quarzal, das auch im Infraroten
5 ungefähr 90 % der auftreffenden Strahlung reflektiert. Alternativ hierzu könnte auch Al_2O_3 Verwendung finden, das einen Reflektionsgrad von ungefähr 98 % aufweist. Auf die Trägerplatte 7 wird der Glasrohling 5 mit Hilfe von beispielsweise Quarzal- oder Al_2O_3 -Streifen 9 aufgesetzt. Die Temperatur der Unterseite kann durch ein Loch in der Trägerplatte mittels eines Pyrometers
10 gemessen werden.

Die Wände 10 können zusammen mit Reflektor 3 und Trägerplatte 7 bei entsprechender Ausgestaltung mit reflektierendem Material bzw. Quarzal oder Al_2O_3 einen IR-Strahlungshohlraum hoher Güte ausbilden.

15
Figur 3 zeigt die Heizkurve eines umzuformenden Glasrohlinges gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren, wobei die zu formende Glasprobe Abmessungen von etwa 200 mm bei einer Dicke von 4 mm aufwies.

20
Das Heizverfahren beziehungsweise die Wärmebehandlung erfolgte wie nachfolgend beschrieben:

Die Erwärmung der zu formenden Glasproben erfolgte zunächst in einem mit Quarzal umbauten IR-Strahlungshohlraum gemäß Figur 3, dessen Decke
25 durch einen Aluminiumreflektor mit darunter befindlichen IR-Strahlern gebildet wurde. Die Glasproben wurden in geeigneter Art und Weise auf Quarzal gelagert.

Im IR-Strahlungshohlraum wurde das zu formende Glas durch mehrere
30 Halogen IR-Strahler direkt angestrahlt, die sich in einem Abstand von 10 mm bis 150 mm über dem zu formenden Glas befanden.

Das Aufheizen des zu formenden Glases fand nunmehr mittels Ansteuerung der IR-Strahler über einen Thyristorsteller auf Grundlage von Absorptions-, Reflektions- und Streuprozesse statt, wie nachfolgend eingehend beschrieben:

5

Da die Absorptionslänge der verwendeten kurzwelligen IR-Strahlung, d. h. IR-Strahlung mit einer Wellenlänge kürzer als $2,7 \mu\text{m}$, sehr viel größer ist als die Abmessungen der zu erwärmenden Gegenstände, wird der größte Teil der auftreffenden Strahlung durch die Probe hindurchgelassen. Da andererseits
10 die absorbierte Energie pro Volumen an jedem Punkt des Glases nahezu gleich ist, wird eine über das gesamte Volumen homogene Erwärmung erzielt. Bei dem Verfahren gemäß Figur 3 befinden sich die IR-Strahler und das zu erwärmende Glas in einem Hohlraum, dessen Wände aus einem Material mit einer Oberfläche hoher Reflektivität besteht, wobei zumindest ein Teil der
15 Wandfläche die auftreffende Strahlung überwiegend diffus zurückstret. Dadurch gelangt der überwiegende Teil der zunächst von dem Glas hindurchgelassenen kurzwelligen IR-Strahlung nach Reflektion beziehungsweise Streuung an der Wand erneut in den zu erwärmenden Gegenstand und wird wiederum teilweise absorbiert. Der Weg der auch beim
20 zweiten Durchgang durch das Glas hindurchgelassenen Strahlung setzt sich analog fort. Mit diesem Verfahren wird nicht nur eine in der Tiefe homogene Erwärmung erreicht, sondern auch die eingesetzte Energie deutlich besser als bei nur einfachem Durchgang durch das Glas ausgenutzt.

25 In Figur 4 ist der Aufbau für eine Formgebung eines Glasrohlinges 5 in einem IR-Strahlungshohlraum mit IR-Heizstrahlern 1 mit Hilfe von Schwerkraftsenken dargestellt.

Die IR-Strahler 1 sind im Strahlungshohlraum oberhalb des zu formenden
30 Glasrohlings 5 angeordnet. Oberhalb der IR-Strahler 1 befinden sich Reflektoren 3.

Die IR-Strahler 1 erwärmen den Glasrohling 5 von der Oberseite. Die Form 50, in die der Rohling 5 sinkt, ist mit IR-reflektierendem Material ebenso wie die Wände 10 des IR-Strahlungshohlraumes beschichtet. Die auf die Wände 10 beziehungsweise die Form 50 auftreffende IR-Strahlung wird zu einem Anteil von mehr als 50 %, vorzugsweise 90 % bzw. 95 %, besonders bevorzugt 98 %, reflektiert. Die zurückreflektierte Strahlung erwärmt beim nochmaligen Durchgang wiederum das Glasrohling.

Wird eine bestimmte Temperatur in dem Glasrohling überschritten, so senkt sich der erwärmte Glasrohling in die Form 50 aufgrund ihrer Schwerkraft ab wie in Figur 4 B dargestellt.

Nach Abschluß des Formgebungsprozesses wird das geformte Glasteil nach Abstellen der Beheizung mittels der IR-Strahler aus der Form entnommen. Auch eine Nachbeheizung im Ofen wäre denkbar.

Der Formungsprozeß kann durch Anlegen von Vakuum, wie in den Figuren 5 A und 5 B dargestellt, unterstützt werden.

Hierzu ist vorgesehen, unterhalb des zu formenden Glasrohlinges 5 in der Form einen Vakuumanschluß 52 vorzusehen.

Die Schwerkraftabsenkung nach Erwärmung durch die IR-Strahler wird durch Anlegung eines Vakuums unterstützt.

Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, wie in Figur 6 A und 6 B dargestellt, den Verformungsprozeß mit einem Pressstempel 54 zu unterstützen. Hierzu werden vorteilhafterweise nach Erwärmung der Platte die IR-Strahler, die sich oberhalb der zu erwärmenden Platte befinden, verfahren und anschließend mit Hilfe des Presswerkzeuges beziehungsweise Pressstempels 52 die erwärmte Platte 5 in die Form abgesenkt.

Anstelle eines Absenkens mit einem Pressstempel 54 kann wie in Figur 7 A und 7 B dargestellt, vorgesehen sein, durch Einblasen eines Überdruckes mit Hilfe eines Blaswerkzeuges 56 die erwärmte Platte in die Form zu bringen.

5 In Figur 8 ist die selektive Aufheizung eines Glasrohlinges mit Hilfe von gerichteten IR-Strahlern 100 gezeigt.

Durch eine derart gerichtete Aufheizung können die Verformungsprozesse in ganz bestimmten Bereichen des zu formenden Glases in Gang gesetzt
10 werden. Durch Einzelansteuerung der gerichteten IR-Strahler 100 ist es möglich, über eine Fläche verteilt Temperaturprofile in dem zu formenden Glas herzustellen und so dem Glas eine beliebige, vorbestimmte Form zu geben.

15 Anstelle von gerichteten und einzeln angesteuerten IR-Strahlern können auch Blenden 102 vorgesehen sein, die zwischen die IR-Strahler 100 und die Oberseite der zu erwärmenden Platte 5 eingebracht werden.

Eine derartige Ausgestaltung der Erfindung ist in Figur 9 dargestellt.

20 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Materialtemperaturen im Bereich von 1150 Grad Celsius bis 1200 Grad Celsius und darüber erreicht, wobei sich auch erreichen läßt, daß die Temperaturinhomogenität im Werkstück vor dem Formgebungsprozess +/- 10 K nicht überschreitet.

25 Bei der Entnahme des geformten Teiles beträgt die Temperatur des geformten Glases vorzugsweise weniger als 250 Grad Celsius.

30 Die Aufheizung mit Hilfe der IR-Strahlungsmethode dauert vorzugsweise weniger als 60 Sekunden.

5 Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens können beispielsweise
rinnenförmige Bauteile mit einem Kreisbogenquerschnitt von r kleiner als 150
mm bei einer Weite des Bauteiles kleiner 200 mm realisiert werden sowie
beispielsweise rinnenförmige Bauteile mit rechteckigem beziehungsweise
trapezförmigem Querschnitt geformt werden.

Auch komplexe Verformungen dreidimensionaler Art sind möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Glasteilen mittels Verformung aus einem Glasrohling,
5 dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren unter Einsatz von IR-Strahlung durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die IR-Strahlung kurzwellige IR-Strahlung, vorzugsweise mit einer
10 Wellenlänge kürzer als $2,7 \mu\text{m}$, ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Glasrohling eine Glasplatte ist.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren während des Erweichens eines Glasrohlinges erfolgt.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren Schwerkraftsenken umfaßt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren Vakuumsenken umfaßt.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren das Senken mit Pressstempel umfaßt.
- 30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren Blassensenken umfaßt.



9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren eine gerichtete IR-Bestrahlung des zu formenden Glasrohlinges umfaßt.
- 5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren in einem IR-Strahlungshohlraum durchgeführt wird.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsbeheizung mit Hilfe von im Strahlungshohlraum angeordneten IR-Strahlern durchgeführt wird.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Seite des Glasrohlinges direkt mit IR-Strahlung der IR-Strahler bestrahlt wird und die andere Seite indirekt mit reflektierter IR-Strahlung des IR-Strahlungshohlraumes bestrahlt wird.
- 20 13. Verfahren, nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Glasrohling vorgewärmt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Glasrohling in einem konventionellen Ofen vorgeheizt wird.
- 25 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas nach der Formgebung nachbeheizt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas in einem konventionellen Ofen nachbeheizt wird.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung umfaßt:
- 5 17.1 einen IR-Strahlungshohlraum mit die IR-Strahlung reflektierenden Wänden
- 17.2 einen oder mehrere IR-Strahler.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektivität bzw. das Rückstreuvermögen der Wände mehr als 50
- 10 % der auftreffenden Strahlung beträgt.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektivität bzw. das Rückstreuvermögen der Wände mehr als 90 % bzw. 95 %, insbesondere mehr als 98 % der auftreffenden
- 15 Strahlung beträgt.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierenden Wände eines oder mehrere der nachfolgenden Materialien umfaßt:
- 20 Al_2O_3 ; BaF_2 ; BaTiO_3 ; CaF_2 ; CaTiO_3 ;
 $\text{MgO} \cdot 3,5 \text{Al}_2\text{O}_3$; MgO ; SrF_2 ; SiO_2 ;
 SrTiO_3 ; TiO_2 ; Spinell; Cordierit;
Cordierit-Sinterglaskeramik
- 25
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandmaterial diffus rückstreuend ist.
- 30 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die IR-Strahler eine Farbtemperatur größer als 1500 K, besonders bevorzugt größer als 2000 K aufweisen.

23. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die IR-Strahler gekühlt, insbesondere wassergekühlt sind.
- 5 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die IR-Strahler einzeln ansteuerbar und in ihrer elektrischen Leistung regelbar sind.

Verfahren zur Formgebung von Glasteilen

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Glasteilen mittels Verformung aus einem Glasrohling.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren unter Einsatz von IR-Strahlung durchgeführt wird.

10

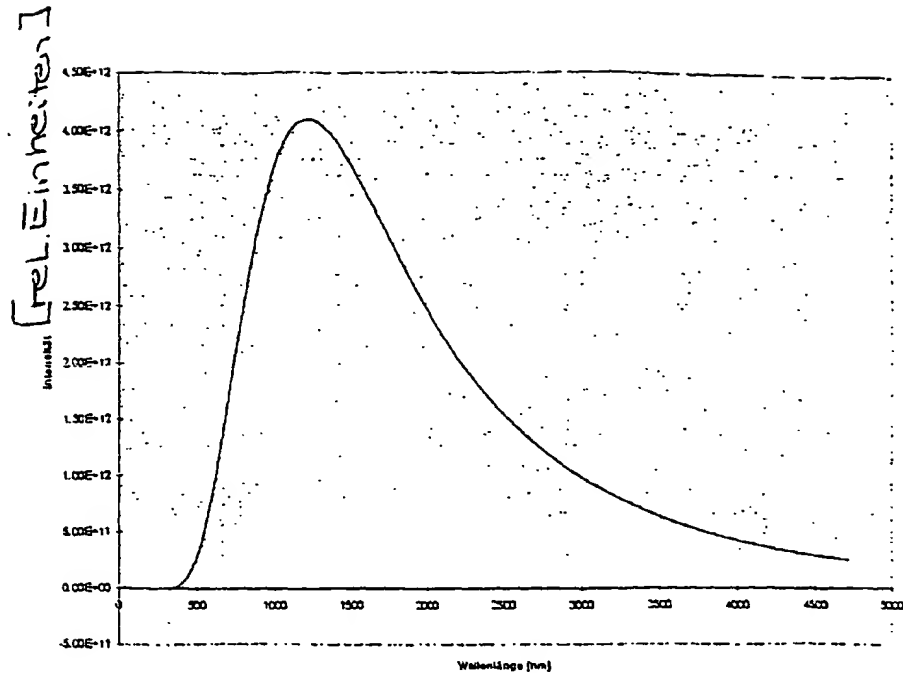


FIG. 1

FIG. 2A

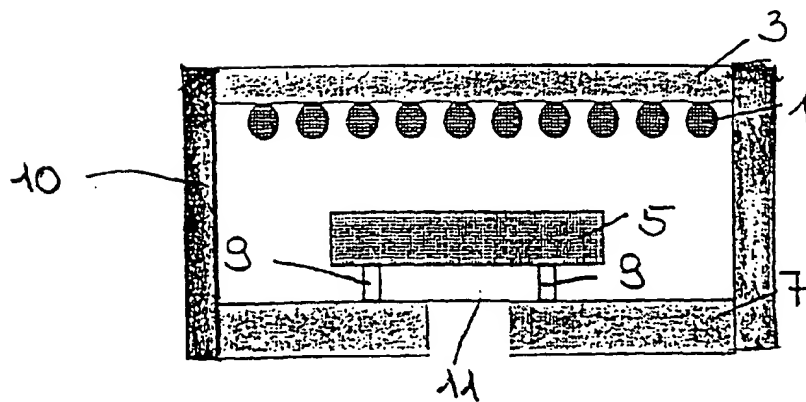
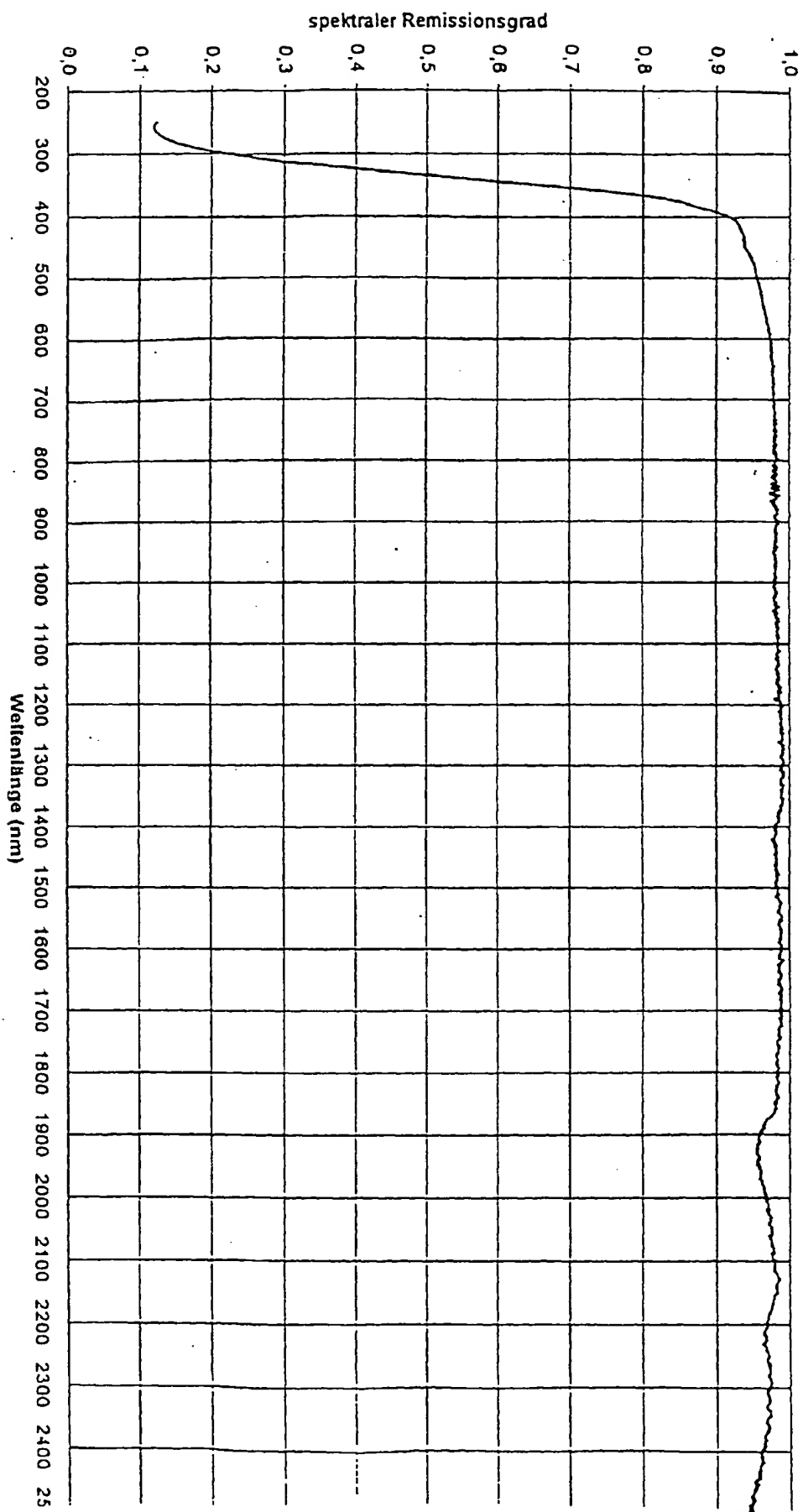


FIG. 23



Aufheizkurve

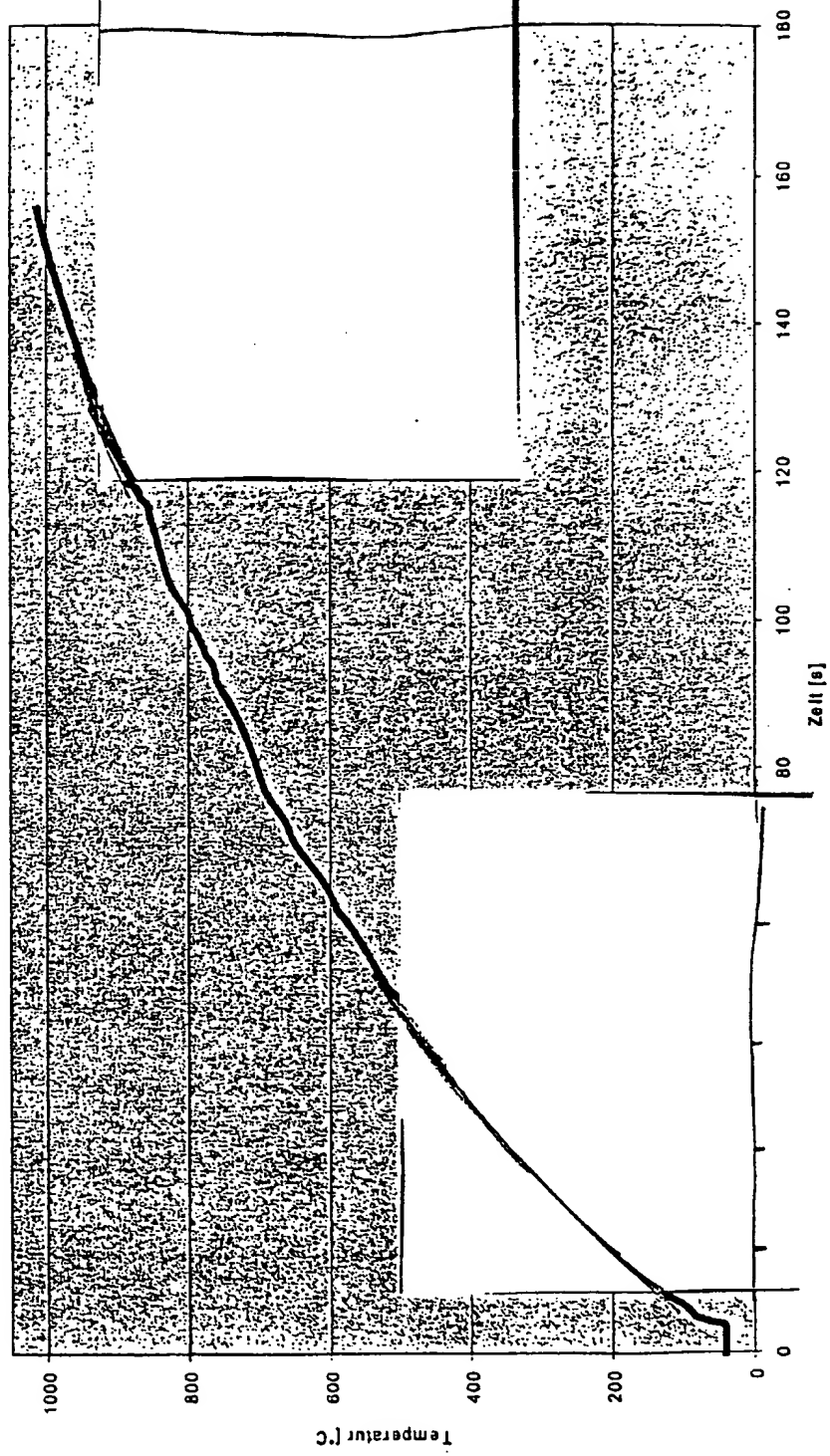


FIG. 3

FIG. 8

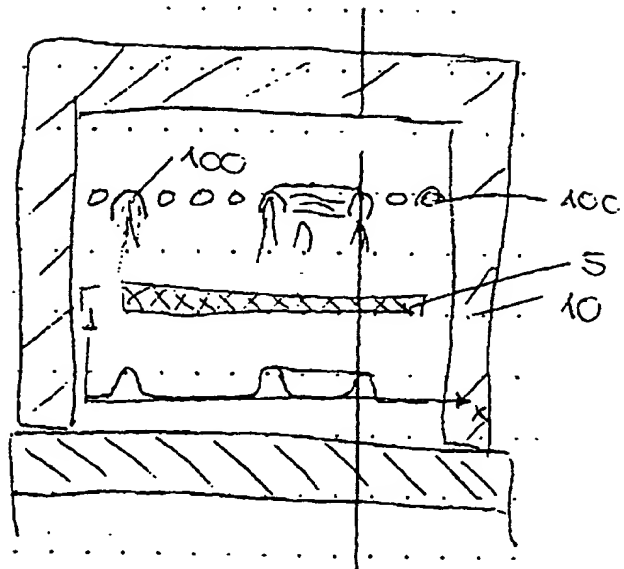
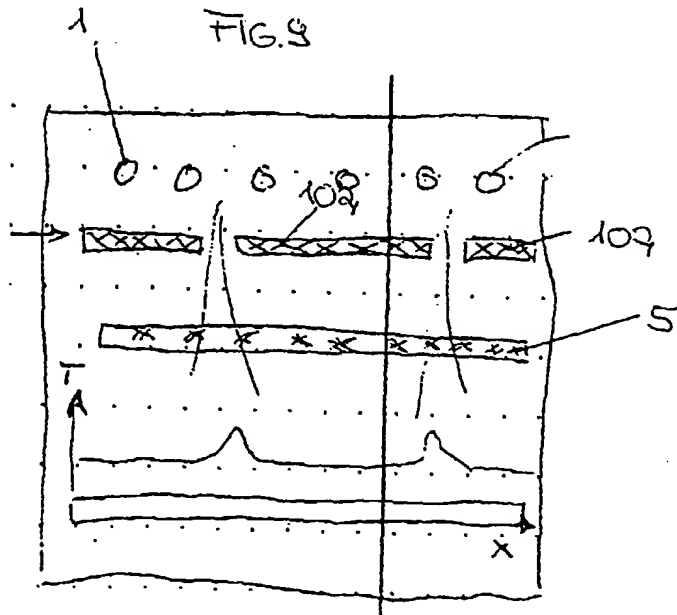


FIG. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.